

Секция 2.

Стратегические ориентиры инвестиционно-строительного процесса
в Екатеринбурге и области

*Павлов Виктор Васильевич,
Минкин Олег Шмарович,
Трошкова Нина Дмитриевна*

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ

*Pavlov V.
Minkin O.
Troshkova N.*

ON IMPROVING THE EFFICIENCY OF PILE FOUNDATIONS

troshkova-nina@mail.ru

ООО «Уралкомплектнаука»,

ЗАО «Атомстройкомплекс»,

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б.Н. Ельцина», Екатеринбург, Россия

23-24 апреля 2014 года
Екатеринбург

В статье анализируются основные проблемы, влияющие на эффективность применения свайных фундаментов. Рассмотрены вопросы качества инженерно-геологических изысканий, оценки несущей способности свай при проектировании свайных фундаментов, а также вопросы производства свайных работ.

The paper analyzes the main problems affecting the efficiency of pile foundations. Questions of quality engineering and geological surveys, evaluation of bearing capacity of piles in the design of pile foundations, as well as issues of production piling.

Ключевые слова: основание, свайный фундамент, проектирование, эффективность, инженерно-геологические изыскания.

Keywords: foundation, pile foundation, design, efficiency, geotechnical investigations.

Практика применения свайных фундаментов за обозримые два десятилетия свидетельствует о том, что научно-технический прогресс не оказывал на них заметного влияния. До настоящего времени массовое применение находят конструктивные решения, технологии и механизмы, разработанные в основном в 60-80 е годы прошлого столетия.

Надо отдать должное что, уже в то, можно сказать, далекое время в стране была создана достаточно мощная научно-исследовательская база, позволявшая разрабатывать новые конструктивные решения фундаментов, методы их расчета и технологии возведения.

Именно в те годы, были исследованы и разработаны десятки типов свай для применения в различных грунтовых условиях и под различные нагрузки, в том числе трубчатые, с уширением у острия и на стволе, трапецеидальные, инъекционные, буровые, набивные, виброштампованные, в вытрамбованном ложе, микросваи и много других. Помимо забивки были разработаны метод вдавливания, вибропогружения и завинчивания свай. Взамен подвесных молотов были разработаны конструкции более современных в то время дизель-молотов.

Вполне естественно, что все научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские разработки были ориентированы на запросы практики строительства тех лет: массовое малоэтажное строительство; возможность (хотя уже и ограниченная) выбора площадок строительства с привычными свойствами грунтов; небольшая глубина используемого подземного пространства; применение низкомарочных бетонов и т.д.

При отсутствии развитой вычислительной техники разрабатывались инженерные методы расчета оснований и фундаментов, причем сознательно упрощенные, доступные для массового применения.

В настоящее время, в силу целого ряда известных обстоятельств, условия проектирования и строительства зданий, в том числе на свайных фундаментах существенно усложнились. В результате этого, эффективность применения традиционных конструктивных

решений снижается. Запросы же практики строительства возрастают. Возникла объективная необходимость в изучении, анализе и использовании имеющихся резервов повышения эффективности применяемых решений. Настало также время задуматься и о возможных перспективах дальнейшего развития. Несмотря на традиционный консерватизм фундаментостроения, даже для него совершенствование старого и создание нового – это вполне естественный процесс.

В настоящее время выделяются три основные проблемы, влияющие на эффективность применения свайных фундаментов.

Инженерно-геологические изыскания

На проектировании свайных фундаментов негативно отражается:

- недостаточное количество геологических скважин и точек статического зондирования грунтов;
- в ряде случаев, недостаточная глубина скважин для расчета оснований по деформациям;
- низкая точность фиксации глубины залегания кровли скальных и крупнообломочных грунтов;
- отсутствие анализа свойств грунтов по данным лабораторных исследований совместно с результатами статического зондирования грунтов;
- проведение статического зондирования грунтов на глубину, недостаточную для проектирования свайных фундаментов.

В ряде случаев этому способствует служба Заказчика объекта, которая принимает отчет по изысканиям без проверки его качества и соответствия требованиям нормативных документов.

Для региона Среднего Урала с характерным распространением специфических элювиальных грунтов, разнородным залеганием слоев грунта в плане и по глубине, неравномерным профилем скальных грунтов и т.д., объем и состав изыскательских работ, регламентируемых нормами \1,2\ для проектирования свайных фундаментов недостаточен.

Более целесообразно, на наш взгляд, для зданий и сооружений 1 и 2 уровней ответственности и 2 и 3 категорий сложности инженерно-геологических условий, расстояние между горными выработками принять равным 20-25 м. Для этих же условий статическое зондирование грунтов проводить по сетке 15х15 м, а для особо сложных условий – 10х10 м.

Удорожание инженерно-геологических изысканий многократно компенсируется результатами проектирования и строительства.

Проектирование свайных фундаментов

Наиболее часто встречающаяся при проектировании закономерность - недоиспользование несущей способности свай по грунту.

Проектировщик, изучая отчет по изысканиям часто обнаруживает, что геологические скважины в пределах пятна здания расположены редко и случайно, не перекрывая отдельные участки; некоторыми скважинами не подсечена кровля скальных грунтов; отбор проб грунта сосредоточен в верхней части разреза; статическое зондирование грунтов, являющееся одним из наиболее надежных полевых экспресс-методов оценки несущей способности свай на стадии проектирования, выполнено на недостаточную глубину и им невозможно воспользоваться. Оставшийся в распоряжении расчетный метод определения несущей способности свай известен своей недостоверностью и пригоден только для грубой прикидки. Поэтому у многих проектировщиков формируется устойчивый комплекс сомнений и недоверия к исходным данным для проектирования, что приводит к большим запасам при оценке несущей способности свай.

В среднем, недоиспользование несущей способности свай составляет около 30%. В отдельных случаях оно достигает 50% и более.

Одним их характерных недостатков является излишне запроектированная длина свай, что также существенно снижает эффективность свайных фундаментов. Этот недостаток, как в зеркале, отражает весь комплекс проблем, включая неопытность проектировщика, нередко заглубляющего нижний конец свай на 2-3м и более в крупнообломочные и даже в скальные грунты.

К недостаткам проектирования можно также отнести повсеместное применение железобетонных призматических свай сечением 30х30 см. В то же время, в большом диапазоне малых и средних нагрузок на сваю – от 30 до 60 т, а также при достаточно высоком расположении кровли несущего слоя грунта возможно применение стандартных свай сечением 20х20 и 25х25 см, позволяющих существенно сократить расход материалов.

Отдельно следует отметить, что большие возможности современных вычислительных комплексов, которыми сегодня в основном уже достаточно хорошо владеют проектировщики, часто используются неэффективно из-за отсутствия в нормативных документах даже ориентировочных данных о характере распределения и величине коэффициента жесткости основания для различных грунтов и размеров фундаментов. Это приводит к большому перерасходу материалов при проектировании фундаментных плит и ростверков. Действующие нормы [3] ограничиваются только рекомендацией применять апробированные программы для определения внутренних усилий в сваях и плите ростверка, умалчивая о каких программах конкретно и для каких условий применения идет речь. Ведь на то они и нормы, а не рекомендации.

Производство свайных работ

Началу работ по погружению свай предшествует выбор типа молота и расчетной энергии удара, регламентируемые нормами [4].

В соответствии с ними тип молота и необходимая энергия удара не зависят от класса бетона сваи по прочности на сжатие. Если рассчитать требуемую нормами минимальную энергию удара молота для расчетной нагрузки, передаваемую на сваю, например, $N = 800$ кН, то она получится равной $E = 36$ кДж.

В соответствии с методикой [5], необходимая кубиковая прочность бетона свай (соответствует классу бетона В в МПа), для успешной забивки свай с этой энергией удара должна равняться $\sigma = 317$ кгс/см², т.е. соответствовать классу бетона более В30. По методике [6], величина максимальных сжимающих напряжений, возникающих в свае при ударе молота будет равняться $\sigma = 320$ кгс/см², что практически соответствует кубиковой прочности бетона. Но документы [5 и 6] не включены в перечень обязательных нормативных документов, а сами методы расчета, приведенные в них, отсутствуют в действующих нормах. Следовательно, обязательный нормативный документ [4] не запрещает забивать сваи, изготовленные из бетона класса В25 с энергией удара 36кДж.

Но как показывает практика, такие сваи, при забивке с энергией удара в 36 кДж, получают более 20 % видимых и невидимых повреждений и разрушений. Более того, вопреки требованиям норм расчетная нагрузка $N = 800$ кН, передаваемая на аналогичные сваи, но забитые штанговым дизель-молотом С-330 с максимальной энергией удара $E = 22$ кДж, подтверждается результатами статических испытаний натуральных свай вдавливающей нагрузкой. Следовательно, можно сделать вывод о том, что требуемая нормами минимальная энергия удара молота на самом деле сильно завышена.

Если продолжить изыскания и сопоставить различную величину энергии удара, которую можно регулировать, например, в гидромолотах с максимальными напряжениями, возникающими в свае при ударе σ_c и допускаемой величиной напряжений σ_k в бетоне сваи класса В25, то получается, что при энергии удара молота, равной $E = 28$ кДж, $\sigma_k = 279$ кгс\см², а $\sigma_c = 276$ кгс\см², т.е. оба напряжения практически равны и превышают класс бетона В25, примерно, на 10%, что может вполне быть воспринято стандартной поперечной арматурой, устанавливаемой в сваях. Фактический остаточный отказ свай при такой забивке должен равняться $S_a = 0,002$ м., что достаточно просто фиксируется.

При энергии удара $E = 24$ кДж – $\sigma_k = 258$ кгс\см², $\sigma_c = 260$ кгс\см², т.е. напряжения фактически соответствуют бетону класса В25, но при этом фактический остаточный отказ при забивке должен равняться $S_a = 0,00166$ м, т.е. меньше 0,002 м, поэтому для определения несущей способности сваи по нормам [3], необходимо измерять не только остаточный, но и

упругий отказ, что также вполне доступно при наличии отказомера. Во всех рассмотренных случаях выполняется требование норм [4] по коэффициенту применимости молота.

Эти выкладки приведены с единственной целью попытаться совместить необходимую энергию удара молота с терпимостью свай разной прочности и заодно обеспечить эксплуатационную надежность фундаментов, сократив сроки производства работ и технологические потери от замены поврежденных свай.

Как видно, использование резервов традиционных конструктивных решений свайных фундаментов может существенно повысить эффективность их применения. Следует также предположить, что хотя в ближайшем будущем они и сохраняют за собой достаточно большую область применения, ресурсы их модернизации ограничены постоянно растущими величинами передаваемых нагрузок.

Библиографический список

1. СП47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96.
2. СП11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ.
3. СП24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 02.03-85.
4. СП45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87.
5. Руководство по проектированию свайных фундаментов. НИИОСП им. Н.М. Герсеева, ГОССТРОЯ СССР. М. 1980.
6. Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-83) НИИОСП им. Н.М. Герсеева, ГОССТРОЯ СССР. М. 1986.